

1)

Soit une partie du schéma électrique de commande d'une machine à démouler des tablettes de chocolat.

**Question**

Donner l'équation de commande du relais C34.

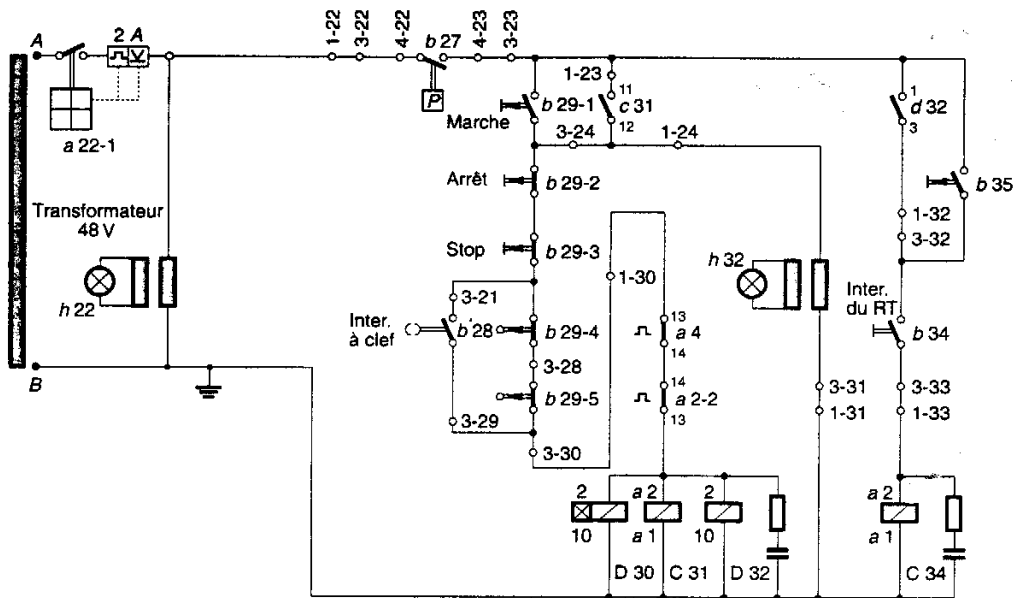


FIGURE 2.16 (doc. SOPAD)

2) d'écire les propriétés de l'algebre de BOOLE  
Simplifier les expressions suivantes :

$$S_1 = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc + a\bar{b}\bar{c} + abc$$

$$S_2 = ab + ca + b\bar{c}$$

## Tableaux de Karnaugh

Des pb ont amenés à résoudre les TK suivants :

1

		ab			
cd		00	01	11	10
	00	1	0	0	1
	01	0	1	0	0
	11	1	1	0	0
	10	1	1	0	1

		ab			
cd		00	01	11	10
	00	0	1	0	0
	01	0	1	1	0
	11	1	1	0	0
	10	1	1	0	1

2

		ab			
cd		00	01	11	10
	00	1	∅	0	1
	01	∅	1	1	1
	11	1	1	0	0
	10	1	1	0	1

		ab			
cd		00	01	11	10
	00	0	∅	0	0
	01	∅	0	1	1
	11	0	0	1	1
	10	0	0	0	0

		ab			
cd		00	01	11	10
	00	1	1	0	0
	01	0	1	1	1
	11	1	1	1	1
	10	0	1	0	0

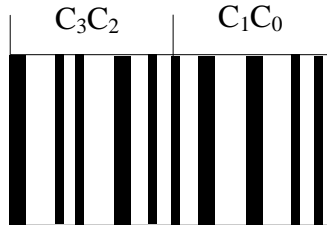
		abc							
de		000	001	011	010	110	111	101	100
	00	0	1	0	0	0	1	1	0
	01	0	0	1	0	0	1	0	0
	11	1	0	1	0	0	1	0	1
	10	0	1	0	0	0	1	1	0

## 2 parmi 5 entrelacé

### I) Présentation

Un chariot filoguidé est équipé d'un lecteur de code à barres capable de lire le code « 2 parmi 5 entrelacé » permettant d'identifier les produits transportés.

Chaque produit est identifié par un nombre de quatre chiffres  $C_3, C_2, C_1, C_0$ .



Le code utilise 5 bits (2 d'entre eux valent 1 et les 3 autres valent 0) pour coder un chiffre décimal.

Les chiffres de rang impair ( $C_3, C_1$ ) sont codés sur les barres noires.

Les chiffres de rang pair ( $C_2, C_0$ ) sont codés sur les espaces entre les barres noires

Les 1 sont codés par les barres ou les espaces « larges »

Les 0 sont codés par les barres ou les espaces « étroits »

Chaque chiffre de 0 à 9 est codé sur 4 bits: a, b, c, d de poids respectif : 1, 2, 4, 7. Le code est complété par un bit de centrale de parité e de poids 0

#### Rappel

$$N_{10} = 1.a + 2.b + 3.c + 4.d + 0.e$$

e prend les valeurs 0 ou 1 afin que chaque nombre exprimé (en fonction de a, b, c, d, e) comporte **toujours et uniquement** 2 bits à 1

1) Déterminer les codes des chiffres de 0 à 9 en complétant le tableau.

Conseil:

- compléter le tableau (colonnes a, b, c, d) pour les chiffres 1 à 9
- en déduire le code du chiffre 0
- et enfin compléter la colonne e

2) Déterminer le nombre correspondant au produit transporté du code barre dessiné ci-dessus.

3) Le calculateur de la machine traduit chaque chiffre de ce code à barres en un nombre binaire naturel (donc ordonné) codé sur les quatre bits  $S_3, S_2, S_1, S_0$ . Le poids du bit  $S_i$  vaut  $2^i$

Compléter la table de vérité des sorties  $S_i$  en fonction des entrées a, b, c, d, e.

4) Déterminer avec un tableau de Karnaugh 5 entrées, l'eqt de sorties  $S_1$ .

2 parmi 5 entrelacé (doc réponse)

1) et 3)

Poids	1	2	4	7	0
Bits	a	b	c	d	e

Binaire naturel			
S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

2)

4)


abc

de

# DISTRIBUTEUR DE BOISSONS

## II) Etude

Le distributeur de boissons doit remplir les fonctions suivantes:

- E : distribution d'eau
- M : distribution de sirop de menthe.
- C : distribution de sirop de citron.
- R : restitution de jeton.

Il est commandé par 4 capteurs :

- 3 boutons poussoirs  
e (eau), m (menthe), c (citron),
- un detecteur de jeton p.

Le fonctionnement doit se faire de la manière suivante :

- rien n'est gratuit
- on ne fournit pas de sirop sans demande d'eau
- on ne fournit pas d'eau seule.
- on ne peut pas mélanger menthe et citron.
- en cas de paiement on rend la pièce d'une demande éronnée.

1) Donner la table de vérité traduisant le fonctionnement de la machine.

2) Donner les tableaux de karnaugh des fonctions

3) Donner les fonctions sous forme canonique

4) Etablir les diagrammes logiques avec des portes OUI, NON, OU, ET

## SIMPLIFICATIONS

$$\overline{\overline{m.o.p.}} \cdot (\overline{o+p}) + \overline{p} \cdot (o+m.p)$$

$$\overline{\overline{a.b.c.d}} + a.b.(c+d) = S$$

Simplifier sous forme somme de produit logique selon une méthode au choix

$$S = \overline{a}.b.\overline{c}.d + \overline{a}.b.c.d + \overline{a}.b.c.d + a.b.c.d + a.b.c.d + a.b.\overline{c}.d + a.b.c.d \quad \text{méthode au choix}$$

$$f(a,b,c,d) = \overline{\overline{a.b.c}} + \overline{\overline{d+b}} \cdot b + (d+a) + \overline{b.(c+\overline{a})}$$

a) développer l'expression

b) simplifier

1) Soit la fonction :  $f(a,b,c,d) = \bar{c}\bar{d}b + cab + \bar{c}dab + cd\bar{a}b + cab$

- simplifiez l'équation (je vous conseille un tableau de Karnaugh)
- tracez le schéma de f, à l'aide de portes logiques.

2) soit la fonction  $f(a,b,c,d) = da + c(d\bar{b} + \bar{a}b) + \bar{d}(c\bar{b} + ab) + \bar{c}\bar{d}a$

- trouvez  $\bar{f}$  (équation la plus simple possible)
- tracez le schéma de f uniquement à l'aide de portes NOR
- tracez le schéma de f uniquement à l'aide de portes NAND

**D) Simplifier les équations suivantes :**

$L_1 = a + b + \bar{a}b$  avec les propriétés de l'algèbre de boole

$L_2 = \bar{a}b.c + a\bar{b}.c + a.b.\bar{c} + a.\bar{b}.\bar{c} + \bar{a}.\bar{b}.c$  méthode au choix.

$L_3 = \overline{a.b.c.d} + a + b + c + d + \overline{a.b.c.d} + \overline{a.b.c.d} + \overline{a.b.c.d} + \overline{a.b.c.d} + \overline{a.b.c.d}$

le plus efficacement possible

$S = \bar{a}.\bar{b}.\bar{c} + \bar{a}.\bar{b}.c + a.\bar{b}.\bar{c} + a.\bar{b}.c$  avec 2 méthodes

**Exercice 4**

Construire les tables de vérité (entrées A, B et C) correspondant aux expressions booléennes suivantes:

$X = (A + B).(B + C)$

$Y = A + AB + ABC$

$Z = (A + A).(B + B).(C + C)$

**Exercice 5**

Écrire l'équation logique ou booléenne réalisée par le circuit logique de la figure 5.

**Exercice 6**

Reprendre le même énoncé que l'exercice 5 avec le circuit de la figure 6.

**Exercice 7**

Proposer un circuit logique avec des portes OU, ET, NON, NAND permettant de représenter l'équation logique:

$S = A.B + C.D + E.F$

**Exercice 8**

Reprendre le même énoncé que l'exercice 7 avec des portes OU, ET et NON pour l'équation logique:

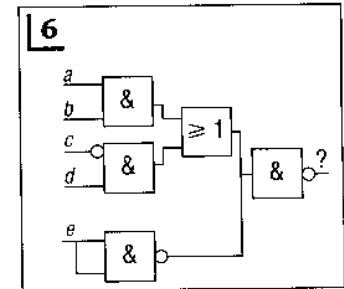
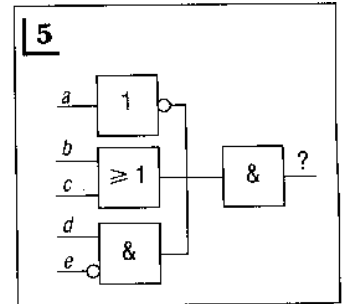
$S = A.(B + C) + D.E$

**Exercice 9**

Écrire les équations logiques non simplifiées correspondant aux tableaux de Karnaugh de la figure 9. Réduire et simplifier ces équations.

**Exercice 10**

Reprendre le même énoncé que l'exercice 9 à partir de la figure 10.



**9**

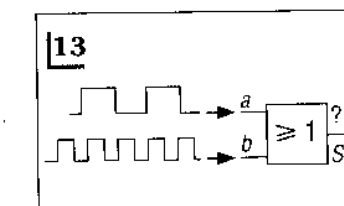
		$\bar{C}$	C	
$\bar{A}$	1	0	0	1
	1	0	0	1
A	0	0	0	1
	1	0	0	1
	$\bar{D}$	D	$\bar{D}$	

**10**

		$\bar{C}$	C	
$\bar{A}$	1	1	0	x
	1	1	0	0
A	x	1	1	x
	1	1	0	0
	$\bar{D}$	D	$\bar{D}$	

**12**

$X = \bar{U}.\bar{V}.\bar{W}$   
 $Y = \bar{U} + \bar{V}.\bar{W}$   
 $Z = \bar{T}.\bar{U}.\bar{V}.\bar{W}$   
 $S = \overline{U.(V + \bar{W}).T}$   
 $Q = \overline{(U + \bar{V}).(T + \bar{W})}$



### Exercice 11

Réduire et simplifier les expressions booléennes suivantes:

$$Y = A.B + A.B + A.B$$

$$Z = A.B.C + A.B.C + B.C.D$$

$$S = (A+B).(A+C).(B+C)$$

$$T = A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D + A.B.C.D$$

### Exercice 12

En utilisant le théorème de Morgan simplifier les expressions de la figure 12.

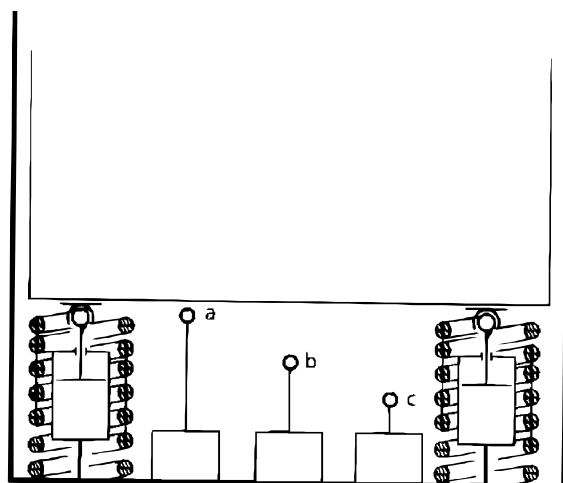
### Exercice 13

Connaissant les signaux d'entrée  $a$  et  $b$ , tracer la forme de l'onde de sortie  $S$  du circuit de la figure 13. Refaire la question si  $a$  disparaît. Même question si  $b$  disparaît.

### Exercice 14

Reprendre l'énoncé de l'exercice 13 avec une porte NAND ou NON ET.

## Monte-Charge



Un monte-charge doit permettre le levage de masses  $m$  comprises entre 20 et 80 kg. Pour cela, il comporte une plate-forme reposant sur des ressorts. Selon l'importance des charges à soulever, trois contacts réglables sont établis. Les conditions de fonctionnement sont les suivantes :

$m > 5$	$a = 1$
$m > 20$	$b = 1$
$m > 80$	$c = 1$

1. À vide, le monte-charge peut fonctionner. Aucun des contacts n'est activé.
2. Pour des charges comprises entre 5 et 20 kg, le monte-charge ne peut fonctionner.
3. Pour les charges comprises entre 20 et 80 kg, le monte-charge peut fonctionner.
4. Pour des charges supérieures à 80 kg, le monte-charge ne peut fonctionner.

### Questions

1. Déterminer la table de vérité de la variable logique  $S$  qui vaut 1 quand le fonctionnement du monte-charge est autorisé.
2. En déduire l'équation de  $S$  que l'on simplifiera.
3. A partir de la table de vérité, déterminer l'expression de  $\bar{S}$ . En déduire une nouvelle manière d'obtenir l'expression de  $S$ .
4. Représenter le schéma à contacts de  $S$ .
5. Représenter le logigramme de  $S$ .

# COMMANDE DE PHARES DE VOITURE

## I)Présentation

Une automobile comprend 4 paires de phares qui sont:

- V veilleuses
- C feux de croisement
- R feux de route
- A phares antibrouillard

Ces phares sont commandés par une série de 4 interrupteurs: v, r, c, a.

On impose le fonctionnement suivant:

- Tout interrupteur allume nécessairement les veilleuses.
- On ne peut avoir allumé simultanément deux paires de phares (en plus des veilleuses).
- Les antibrouillards sont prioritaires sur les feux de route.
- Les feux de croisement sont prioritaires sur les feux de route et les antibrouillards.

Les fonctions logiques V, C, R, A seront actives au niveau 1.

## II)Etude

1. Mettre en place la table de vérité des fonctions logiques V, C, R, A en fonction des commandes v, c, r, a.
2. Donner les tableaux de Karnaugh des fonctions logiques.
3. Ecrire les équations de V, C, R, A sous forme canonique.
4. Donner le diagramme logique de chaque fonction V, C, R, A.
5. Donner le schéma de câblage électrique du système. (schéma relais)





## POLICE D'ASSURANCE

### I)Présentation.

Les conditions de délivrance d'une police d'assurance précisent que cette police ne peut être souscrite que par les personnes remplissant au moins l'une des conditions suivantes :

- avoir souscrit à la police n°19, être de sexe masculin et marié ;
- avoir souscrit à la police n°19, être marié et âgé de moins de 25 ans ;
- n'avoir pas souscrit à la police n°19, être mariée et de sexe féminin ;
- être de sexe masculin et âgé de moins de 25 ans ;
- être marié et âgé de plus de 25 ans.

### II)Etude

La lecture de ces conditions donne l'impression d'une surabondance d'informations.

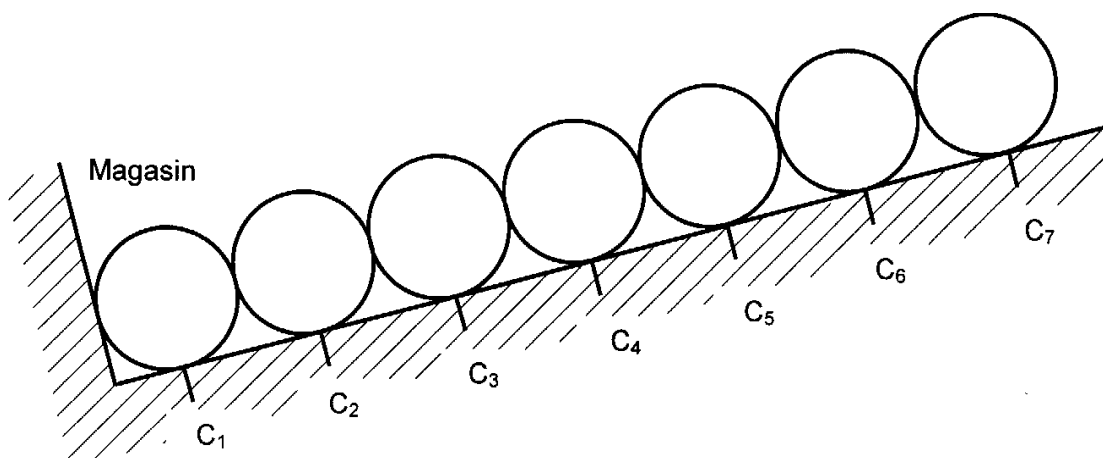
Afin de simplifier les condition d'attribution d'une assurance procéder comme suit:

1. Paramétrer très rigoureusement chaque condition
2. Ecrire l'équation
3. Simplifier par une méthode au choix
4. Dites quels sont les conditions minimales à remplir pour être assuré.
5. Tracer le logigramme de la fonction

## Robot ramasseur et lanceur de balles

Un robot peut ramasser jusqu'à 7 balles dans son magasin, avant d'entamer une phase de tir. 7 capteurs  $C_i$  donnent une information présence-absence devant la position que peuvent occuper chacune des 7 balles.

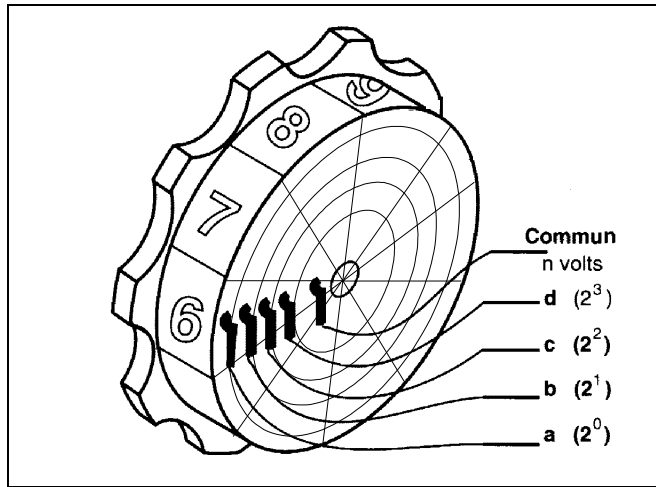
Il peut donc y avoir entre 0 et 7 balles dans le magasin.



Combien faut-il réserver de bits, au minimum, dans la mémoire du calculateur qui gère le robot, pour stocker l'information « nombre de balle(s) présente(s) dans le magasin »? Vous prendrez soin de justifier votre réponse en étant claire et concis.

# ROUE CODEUSE

## I)Présentation



Une roue codeuse permet de réaliser le transcodage décimal-binaire. Elle est composée d'une roue graduée de 0 à 9 et d'un disque comportant des zones conductrices. 5 balais (1 commun et 4 pour les bits d,c,b,et a) sont en contact avec le disque.

Méthode de transcodage décimal / binaire

On peut exprimer un chiffre décimal  $N_{(10)}$  en un nombre binaire de 4 bits a, b, c, d

$$N_{(10)}=d.2^3 + c.2^2 + b.2^1 + a.2^0$$

Exemple:

$N_{(10)}=7$  donne en binaire :  $0.2^3 + 1.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0$  soit: d=0, c=1, b=1, a=1 donc

7 s'écrit en binaire: 0111

## II)Etude

On cherche à déterminer quels sont les secteurs conducteurs du disque de la roue codeuse qui permettent le contact entre les balais a, b, c, d d'une part et le commun d'autre part lorsque le bit correspondant est à 1. Pour cela on demande:

1) Pour obtenir dix codes (eqt booléennes), représentant les chiffres de 0 à 9, toutes les combinaisons de a, b, c, d ne sont pas utilisées, il est donc possible pour simplifier les relations d'utiliser une table de décodage qui fonctionne comme suit:

- Construire un tableau de Karnaugh ayant pour entrées les variables d, c, b, a et inscrire dans chaque case la valeur decimale (de 0 à 9) correspondant à l'état des variables.
- Les cases vides correspondent à des combinaisons inutilisées qui peuvent donc prendre la valeur  $\emptyset$ .
- Pour effectuer la simplification on opère les regroupements des cases adjacentes par 2, 4, 8, ou 16, afin que chaque regroupement soit le plus grand possible et n' inclut **qu'un seul** chiffre decimal

2) Donner les 10 équations simplifiées de chaque valeur décimale (de 0 à 9) en fonction des variables binaires.

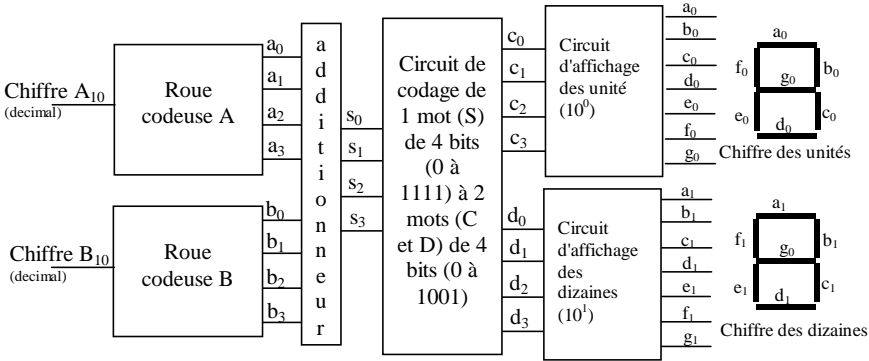
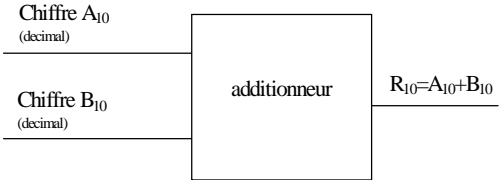
3) Sur le dessin de la roue codeuse du I) colorier les secteurs qui devront être conducteurs.

4) Etablir pour les  $N_{(10)}=7;8;9$ , les diagrammes logiques avec des portes OUI, NON, OU, ET

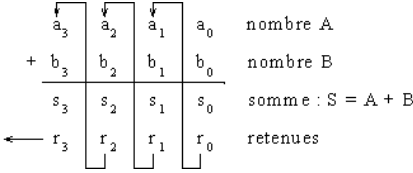
# Additionneur 4 bits

On souhaite réaliser une "additionneuse" de deux **chiffres** decimaux ( $A_{10}$  et  $B_{10}$ ) dont le résultat ( $R_{10}$ ) sera affiché sur 2 afficheurs 7 segments. (On étudiera ici que l'addition dont le resultat n'excedera pas  $15_{10}$  inclus).

On a donc le schéma globale suivant:  
Soit le schema plus complet



Interessons-nous au module d'addition.  
Le schéma ci-contre représente le principe de l'addition de 2 entiers positifs à 4 bits



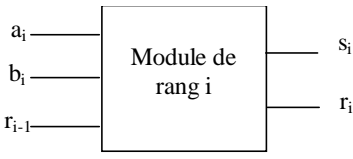
1. Compléter resultat et retenue pour cet exemple :

	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
A	1	0	1	
B	0	1	1	
$S_i$				
$R_i$				

2. compléter la table de verité d'un additionneur donné pour chaque bit de rang i
3. Déterminer et simplifier l'équation de  $s_i=f(a_i,b_i,r_{i-1})$
4. Déterminer et simplifier l'équation de  $r_i=f(a_i,b_i,r_{i-1})$

$a_i$	$b_i$	$r_{i-1}$	$S_i$	$r_i$
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

5. Déterminer le logigramme d'un module additionneur de rang i



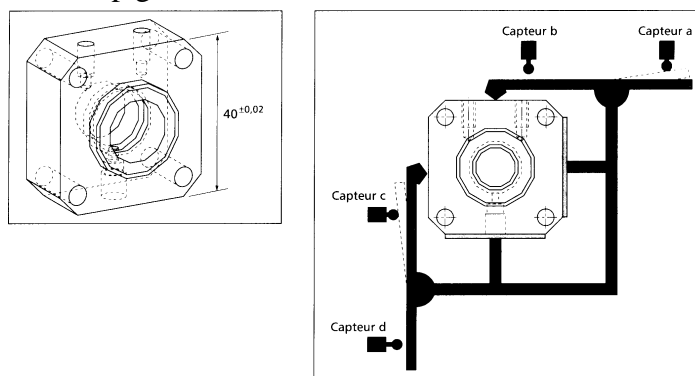
## Contrôle de pièces

### Mise en situation

Lors de la fabrication d'une pièce, on est amené à vérifier si la cote fabriquée (la dimension) est bien égale à la cote demandée. En effet lors de la fabrication, il est impossible d'obtenir une cote absolument égale à la cote demandée, ceci à cause de divers imprécisions. On est donc amené à définir un intervalle de tolérance afin que la pièce fabriquée convienne au mécanisme dans lequel elle doit s'insérer. Par exemple,  $C = 40 \pm 0,02$  signifie que, si la dimension de la cote obtenue est comprise entre 39,98 et 40,02, alors la pièce sera considérée comme bonne. Dans tout autre cas, la pièce sera considérée comme mauvaise. On désire vérifier les cotes extérieures de l'embout avant d'un vérin. Pour gagner en rapidité, on réalise le montage de contrôle représenté par le dessin ci-dessous. On considère comme négligeable l'erreur due à la lecture.

### Description du système

Ce mécanisme est composé de deux leviers munis chacun de deux capteurs à contact qui recueillent l'information : « inclinaison du levier ». Par exemple, le capteur « a » informe que la cote verticale de l'embase est trop faible, à contrario, le capteur « b » informe que la cote verticale de l'embase est trop grande.



### Fonctionnement

- Lorsque les deux cotes sont à l'intérieur des intervalles de tolérance, aucun des capteurs « a, b, c, d » n'est actionné. Le voyant vert (V) s'allume.
- Lorsque l'une ou les deux cotes sont trop fortes, le voyant bleu (B) s'allume. La pièce doit être réusinée.
- Lorsque l'une des deux cotes est trop faible, le voyant rouge (R) s'allume. La pièce est mise au rebut..

### Etude (Réponses sur copie)

1. Donner la table de vérité du système de contrôle des pièces.
2. Donner le tableau de Karnaugh de chacun des voyants.
3. En regroupant sur les "1", Donner la plus simple équation logique de fonctionnement de chacun des voyants.
4. Tracer le logigramme matérialisant les équations précédemment définies.
5. Tracer le schéma à contacts électrique du système.

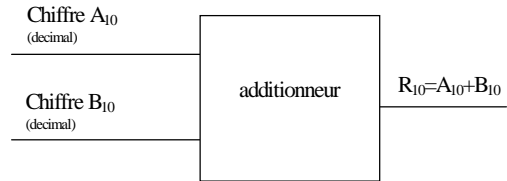
# Transcodeur et afficheur 7 segments

On affectera un indice 2 ou 10 pour signifier la base d'un chiffre

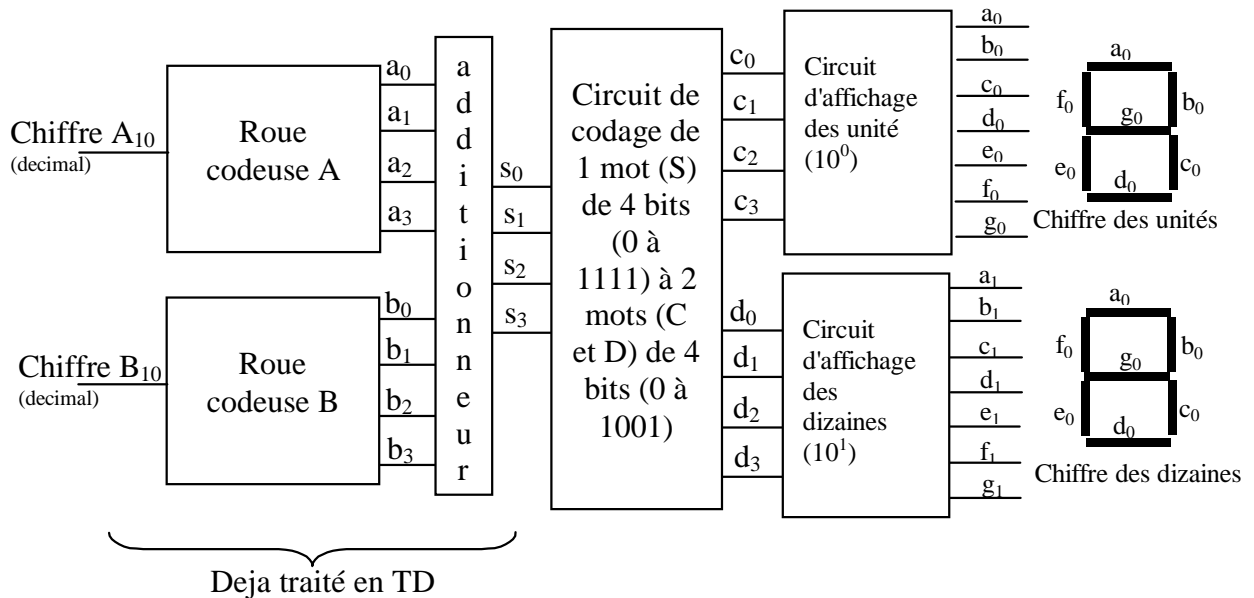
## I) Position du probleme

On souhaite réaliser une "additionneuse" de deux **chiffres** decimaux ( $A_{10}$  et  $B_{10}$ ) dont le résultat ( $R_{10}$ ) sera affiché sur 2 afficheurs 7 segments. (On étudiera ici que l'addition dont le resultat n'excedera pas  $15_{10}$  inclus).

On a donc le schéma globale suivant:



Soit le schema plus complet

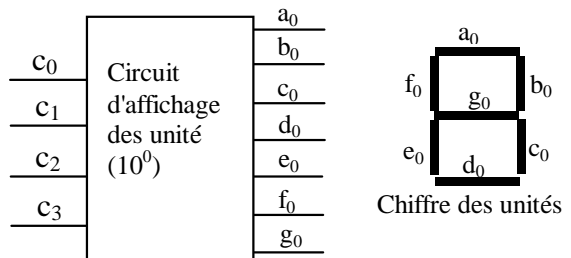


## II) Afficheur 7 segment

On souhaite réaliser le cablage du circuit d'affichage d'un chiffre **decimal** correspondant à la valeur binaire naturelle du nombre  $C_2$ . Le nombre  $C_2$  entrant est donc compris entre  $0_{10}$  et  $9_{10}$  ou  $0000_2$  et  $1001_2$

Affichages possibles:

1234567890



- 1 Compléter la table de verité uniquement pour la variable de sortie "a<sub>0</sub>" (a<sub>0</sub>=0 donc éteint et a<sub>0</sub>=1 donc allumé). Les autres segments ne seront pas traités.

décimal	Unités en binaire				a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0							
1	0	0	0	1							
2	0	0	1	0							
3	0	0	1	1							
4	0	1	0	0							
5	0	1	0	1							
6	0	1	1	0							
7	0	1	1	1							
8	1	0	0	0							
9	1	0	0	1							
10	1	0	1	0							
11	1	0	1	1							
12	1	1	0	0							
13	1	1	0	1							
14	1	1	1	0							
15	1	1	1	1							

- 2 Donner le tableau de karnaugh qui donnera l'eqt de "a"
- 3 Simplifier sur les "1" le TK
- 4 Donner l'eqt qui regit l'état de "a"
- 5 Donner le schéma de cablage avec des portes logiques

### III)Circuit de codage

Le résultat de l'addition est un nombre de 4 bits compris entre  $0_{10}$  et  $15_{10}$ . Le probleme est que le decimal ne permet pas d'écrire de chiffres superieur à 9.

l'affichage d'un resultat en base 10 nécessitera deux variables (donc 2 afficheurs 7 segments).

Il faut donc integrer dans le montage un circuit qui se chargera de transformer un nombre binaire (S) de 4 bits (de  $0000_2$  à  $1111_2$  ou de  $0_{10}$  à  $15_{10}$ ) en deux nombre binaires (C et D) de 4 bits (de  $0000_2$  à  $1001_2$  ou  $0_{10}$  à  $9_{10}$ ). Ces 2 nombres correspondent bien sur au unités et au dizaines

	Résultat S				D (dizaines)				C (unités)			
	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>	c <sub>3</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>0</sub>
0	0	0	0	0								
1	0	0	0	1								
2	0	0	1	0								
3	0	0	1	1								
4	0	1	0	0								
5	0	1	0	1								
6	0	1	1	0								
7	0	1	1	1								
8	1	0	0	0								
9	1	0	0	1								
10	1	0	1	0								
11	1	0	1	1								
12	1	1	0	0								
13	1	1	0	1								
14	1	1	1	0								
15	1	1	1	1								

1. Compléter la table de vérité
2. Donner le tableau de karnaugh qui donnera l'eqt de "c<sub>1</sub>"
3. Simplifier le TK
4. Donner l'eqt qui regit l'état de "c<sub>1</sub>"
5. Donner le schéma de câblage avec des portes logiques de "c<sub>1</sub>"